

## 基于“GIS”的环塔里木盆地杏气候适应性区划研究

岳阳<sup>1</sup> 朱万斌<sup>1</sup> 李连禄<sup>1</sup> 王茂兴<sup>2\*</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193; 2. 中国农业大学 烟台研究院,山东 烟台 624670)

**摘要** 利用新疆环塔里木盆地地区的地理信息数据及气象资料,结合气象要素细网格推算模型和精细化农业气候区划软件的空间分析功能,对影响该区杏树种植分布的主导气候因子和该区杏树种植分布与气候的关系进行研究。结果表明:1)影响该区杏树种植分布的主导气候因子有:3月下旬和4月极端低温、极端温度出现的频率、 $\geq 10$  °C年积温、年极端最低气温、12月—次年3月日均温 $7$  °C以下天数;2)将该地区潜在种植分布区划分成4个等级:气候最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区,并给出了各个气候适宜区的气候因子特征。揭示了新疆环塔里木盆地地区杏树种植的潜在分布及其气候适宜性,从气候适宜度的角度观察,该区杏树生产布局还有待进一步优化。

**关键词** 杏; 潜在分布; 气候适宜性; 主导气候因子; GIS; 气候区划

中图分类号 S 424

文章编号 1007-4333(2013)04-0059-05

文献标志码 A

## Climatic regions of suitability to apricot around the Tarim Basin by GIS

YUE Yang<sup>1</sup>, ZHU Wan-bin<sup>1</sup>, LI Lian-lu<sup>1</sup>, WANG Mao-xing<sup>2\*</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Yantai Institute, China Agricultural University, Yantai 624670, China)

**Abstract** The major climate factors affecting the distribution of apricot around the Tarim were clarified. The relationship between the distribution of apricot and climate was discussed with the geographic information around the Tarim Basin from national agrometeorological observation stations of China Meteorological Administration (CMA), together with the small grid calculating method of the climate factors and the spatial analysis function of Refinement of the Agricultural Climate Division software. The results indicated that :1) the dominant climate factors which affected apricot growth in the regions around the Tarim were the minimum temperature in late March, April minimum temperature, the frequency of extreme temperatures, the accumulated temperature over  $10$  °C, the annual lowest temperature, the days of daily average temperature  $\leq 7$  °C from December to March. The climatic suitable regions to apricot around the Tarim were given based on its appearance frequency. The climate characteristics for apricot were analysed in each region, which revealed the potential distribution of apricot around the Tarim. The results indicated that apricot distribution could be further optimized around the Tarim based on the climatic conditions.

**Key words** apricot; potential distribution; climatic suitability; dominant climate factors; GIS; climate division

新疆环塔里木盆地由新疆南部围绕塔里木盆地的2个州、3个地区和1个自治市组成。在行政区划上包括巴音郭楞蒙古自治州(简称巴州)和克孜勒苏柯尔克孜自治州(简称克州)、阿克苏地区、喀什地区、和田地区和阿拉尔市,共计44个县级单位<sup>[1]</sup>。该区位于亚洲大陆中心,是世界六大落叶果树最佳

适生区之一<sup>[2]</sup>,杏在该区经济发展中占有非常重要地位。据统计,2010年全区种植面积20万 $\text{hm}^2$ ,挂果面积16万 $\text{hm}^2$ ,产量近200万 $\text{t}$ <sup>[3]</sup>。此外,杏在干旱少雨和土层浅薄的荒山或是风沙严重的地区是防风固沙、保土和改善生态环境及造林的先锋树种。因此,在环塔里木盆地地区种植杏树不仅有重要的

收稿日期:2013-02-04

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划课题(2007BAD36B01-01)

第一作者:岳阳,硕士研究生,E-mail:yueyangdream@126.com

通讯作者:王茂兴,副教授,博士,主要从事果树栽培及生理生态研究,E-mail:13386388018@163.com

经济效益,其生态效益也是不可估量的。然而,由于环塔里木盆地地区特殊的地理条件,环境条件复杂多变,即使在同一个乡,气候上也存在很大的差异,因此并不是所有的县市和乡镇都适合大规模发展杏树,如果忽略杏生长对气候条件的特殊要求,一味盲目靠扩大生产规模来取得经济效益,会造成产量低,品质差,给广大农民和地方政府造成严重经济损失。因此,亟需对新疆环塔里木盆地杏树区域布局进行调整与优化。目前“GIS”技术发展很快,也日益成熟,应用十分广泛<sup>[4-9]</sup>,特别是在农业气候区划中的应用,能够解决过去传统方法无法解决的问题,为研究作物种植区的气候适宜性提供了新途径<sup>[10-14]</sup>。但是,现有的区划研究在研究区域的空间尺度、区划指标的选择和制定时,没能充分考虑当地综合自然气候地理特点,区划因子单一或者简单引用国外和其他地区的区划标准<sup>[15]</sup>,且多以县为区划单位,误差较大,不够精细,加之全球气候变暖的因素,需要对其加以调整。为促进杏树的生产,已有研究基于气候指标在不同空间尺度和杏树关键生育时期等不同时间尺度上开展的少量杏树区划研究<sup>[16-20]</sup>。但目前针对新疆环塔里木盆地地区综合考虑影响杏树种植区潜在分布的主导气候因子尚未十分明确,且引用精细化农业气候区划产品制作系统通过“GIS”技术揭示环塔里木盆地杏树气候适宜性进行精细化区划的研究鲜为报道。本研究通过对环塔里木盆地地区气候条件对该区杏生产影响的研究,引入精细化农业气候区划产品制作系统对该区杏树种植进行气候适宜性进行精细化专题区划,旨在修正该地区杏树生产布局上的一些不合理性,充分利用环塔里木盆地的气候资源,为新疆环塔里木盆地特色林果产业的发展、现有特色林果种植园改造和调整及新疆特色林果生产基地的建设提供了有力的科学依据,也为政府相关部门进行分区分类指导林果业生产,发挥区域气候优势,因地制宜的安排农业生产,趋利避害减轻气候灾害带来的损失,提高农业资源开发的计划性和科学性提供科学依据<sup>[17]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源及处理

本研究主要使用的数据是基础气象数据和地理信息数据。基础气象数据来源于国家气象局,包括环塔里木盆地地区现有的46个县气象站的1971—

2000年历年日平均温度,日最高温度,日最低温度,日降雨量,日相对湿度,旬日照时数等气象资料。采用国家气象局气候精细网格推算使用的插值法和反演算法,结合数字地面高程(DEM)数据,将气候数据差值成 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$ 分辨率的空间栅格数据,制成环塔里木盆地 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$ 常规数据集的高分辨率气候因子气象图。基础地理数据资料来源于国家基础地理信息中心的1:25万地理数据。土地利用类型图是建立在1:40万中国土地利用图的分类系统的基础上进行编码。数据的处理和图件的制作主要是运用Microsoft Excel软件和Supermap精细化农业气候区划产品制作系统完成。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 区划指标的确定

调查其在各地区的栽培表现(包括生长、产量和品质),结合其主产区气候条件变化范围,与研究对象的生态要求进行对比分析,筛选出杏的气候适应关键因子并确定其阈值,制定杏树在环塔里木盆地气候因子评价指标体系及评分标准。

#### 1.2.2 区域的划定

利用区划因子的气象要素推算模型,从1:25万新疆基础地理信息数据中提取高程、经度和纬度栅格数据图层,并把区划指标涉及到的所有因子推算生成栅格图层,调入到GIS多图层模型中,进行区划因子和地形高程、经度纬度栅格图层的空间运算,得到各个区划因子在该区的气象要素值实际分布状况,采用专家打分法模型赋值评判,经空间运算,分级处理,将可能适宜栽培区划分为最适宜种植区、适宜种植区、次适宜种植区和不适宜种植区。

气候指标按照指标分级赋权重值,(I)级为关键生长指标,权重为3X;(II)级指标品质因子和灾害因子权重为2X;(III)级为其他重要生长发育指标,权重为X。每一个因子相对于杏树的生产分为最适宜,适宜,次适宜和不适宜4个等级,分别赋值( $X=6,5,3,0$ ),生态适宜度的评分标准为:次适宜区(42~70)最低分数为每个因子全部为次适宜区,适宜区(70~81)最低分数为每个因子全部为适宜区,最适宜区( $\geq 81$ )的(I)级指标必须全部最适宜,且3级指标最多有一个次适宜或2级指标最多有2个是适宜,其余均为最适宜。每个因子的得分相加即得该区的生态适宜度分数,根据综合分数判断所处的生态适宜区等级。

## 2 结果与分析

### 2.1 气候因子评价指标体系及评分标准

新疆杏树花期一般在3月下旬,正值倒春寒多发期,但杏开花和幼果形成在3月底—4月底,杏树的花器和幼果对低温十分敏感,盛花期如遇-2~-3℃的低温花器易受冻,花蕾期仅能抗低温-1.1~-4℃,花朵仅能抗-1~-2℃,幼果能抗-0.5~-0.6℃,幼果期低于-0.6℃就会产生冻害<sup>[16]</sup>,且花期及幼果期的极端低温出现的频率越大,果树受冻害程度就越深<sup>[17,21]</sup>,严重可造成当年绝产。因此,杏花期和幼果形成期霜冻及低温出现的频率是杏栽培的主要限制因子,为(I)级区划指标。杏树冬季可抵抗-24~-30℃的低温<sup>[16,21]</sup>,虽

然新疆一般不会出现 $\leq -30$ ℃的天数,杏树在南疆冬季多数可安全越冬,但冬季低温是杏树生长的一个主要限制因子,可作为(II)级指标;光热资源对杏树的产量和品质起到非常关键的作用,在 $\geq 10$ ℃年积温达到2800℃以才能保证杏树的正常生长<sup>[22]</sup>,而新疆大部分地区积温都可达到此标准,因此该指标可作为(II)级指标。杏树休眠期在0~7℃下,经800~1000h完成自然休眠<sup>[16]</sup>,冷量得不到满足,休眠期就不能及时解除,翌春发芽时,萌芽就会延迟或不整齐而影响产量,但南疆地区基本可以满足杏树休眠期的冷量,该指标可作为(III)级指标。杏树耐高温和耐旱性也极强<sup>[22]</sup>,且新疆杏产区果园所需水分基本能靠灌溉解决,因此,降水量在此不作为限制南疆杏树生长的气候因子。

表1 环塔里木盆地杏树种植的农业气候区划指标及评分标准

Tabel 1 Index and marking criterion of agroclimatic division for apricot planting in the regions around the Tarim

生态适宜度 Ecological suitability	全年 Year-round		休眠期 Dormant period	开花期至幼果形成期 The period from flowering to formation of young fruit		
	$\geq 10$ ℃年积温/℃ <sup>[22]</sup> Accumulated temperature over 10℃/年	极端最低气温/℃ <sup>[21]</sup> Lowest temperature	12—3月日均温0~7℃ 时间/d <sup>[16]</sup> Days of daily average temperature from December to March	3月下旬极端低温/℃ <sup>[16]</sup> Minimum temperature in late March	4月极端低温/℃ <sup>[16,21]</sup> April minimum temperature	3月下旬—4月极端温度( $< -2$ ℃)出现的频率/% <sup>[5]</sup> Frequency of extreme temperature
最适宜区 Optimal regions	$\geq 4200$	$\geq -20$	$\geq 45$	$\geq -2$	$\geq 0$	$\leq 10$
$\geq 81$	12	12	6	18	18	18
适宜区 Fitting regions	3200~4200	$\geq -25$	38~45	$\geq -2.5$	$\geq -2$	10~30
70~81	10	10	5	15	15	15
次适宜区 Sub fitting regions	2800~3200	$\geq -30$	30~38	$\geq -3$	$\geq -3$	30~50
42~70	6	6	3	9	9	9
不适宜区 Unfitting regions	$< 2800$	$< -30$	$< 30$	$< -3$	$< -3$	$\geq 50$
0~42	0	0	0	0	0	0
指标分级 Grading indices	(II)	(II)	(III)	(I)	(I)	(I)

注:所有区间都取 $\geq$ 和 $<$ 。Note: All intervals above range from  $\geq$  to  $<$ .

### 2.2 区划结果与分区评述

1)最适宜区。喀什地区的疏附县,喀什市、疏勒

县、英吉沙县及克州阿图什市的松他克乡。该区3月最低气温都在-2.0~-2.5℃,4月最低气温

在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,极端气温出现的频率在 $10\%$ 以下,休眠期 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温达到 $1\ 000\text{ h}$ 以上, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温在 $4\ 200\sim 4\ 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。本区光热资源丰富,极端温度出现的频率低,应为杏生产的优势区,发展潜力很大,因此,除发展鲜食杏外,还应大力发展加工和制干业。

2)适宜区。包括塔里木盆地西南部的喀什地区,除麦盖提县、伽师县、巴楚县和塔什库尔干塔吉克自治县以外的地区,和田市及和田县以及克州的阿湖乡。该区3月最低气温都在 $-2.5\sim -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,4月最低气温在 $-2\sim -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,极端气温出现的频率较低,在 $10\%\sim 20\%$ ,休眠期 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温达到 $1\ 000\text{ h}$ 以上,满足所需的冷量, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温在 $4\ 000\sim 4\ 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,光热资源丰富。因此该区发展杏树具有一定的优势,在发展过程中,应当注意防范冬季低温和3—4月的份极端温度,应尽量选择在逆温带地区发展杏树,并针对极端温度采取相应的应对措施。

3)次适宜区。集中在塔里木盆地西北部边缘地区,包括阿图什市南部边缘地区,伽师县西部和中部地区,岳普户县的中北部地区,麦盖提县西南部地区,巴楚县中北部地区,沙雅县东北部,库车县南部

大部分地区;塔里木南部地区也有零星分布。该区3月最低气温都在 $-2.5\sim -3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,4月最低气温在 $-2\sim -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,极端气温出现的频率在 $20\%\sim 40\%$ ,休眠期 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温达到 $1\ 000\text{ h}$ 以上, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温在 $3\ 000\sim 4\ 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。该区光热资源能满足杏树的正常需求,但霜冻的频率较高,发展有一定的风险性。建议在发展杏产品时应注意有针对性选择优良品种,或者改为种植晚熟品种,适当避开花期霜冻风险。同时花期搞好防霜预报,及时采取烟熏措施防止霜冻,并喷施糖硼混合液提高坐果率,减轻霜冻危害<sup>[21]</sup>。

4)不适宜区。包括喀什地区的塔什库尔干塔吉克自治县,克州的乌恰县、阿合奇县,巴州的且末县、和静县、和硕县、焉耆回族自治县、博湖县。该区休眠期低温冷量达到 $1\ 000\text{ h}$ 以上,但该区3月最低气温都较低,在 $-3\sim -4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或者更低,4月最低气温在 $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,且极端气温出现频率较高,在 $40\%\sim 90\%$ ,霜冻风险非常大, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有效积温在 $2\ 400\sim 4\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,部分地区有效积温不足。如阿合奇、焉耆等地因地处天山南坡河谷和山间盆地中,冷空气下容易堆积,霜冻风险大,故此区不建议大规模发展杏树。

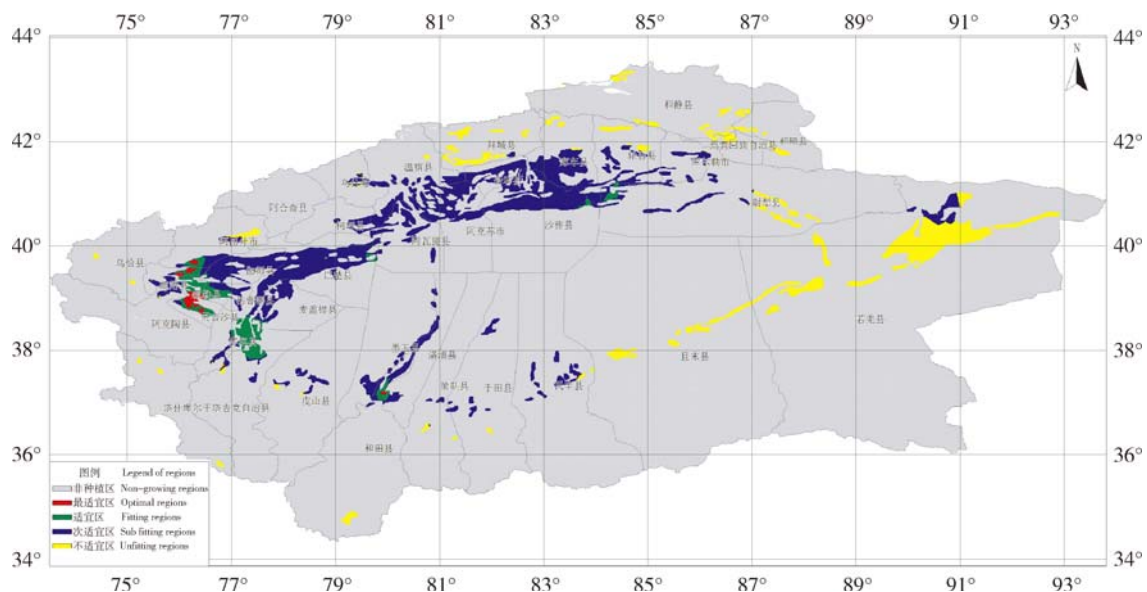


图1 环塔里木盆地杏树气候区划图

Fig. 1 Apricot's climatic regionalization in regions around the Tarim

### 3 讨论

1)本研究采用的区划方法先得到各个区划因子单因子的分布情况,可分别就单个区划因子进行分层判断,即得出该地区每一个因子的具体情况,可以

综合分析出该地区的不利因子。其中,利用区划因子的气象要素推算模型,从基础地理信息数据中提取高程、经度和纬度栅格数据图层,调入到“GIS”多图层模型中,进行区划因子与地形高程和经度纬度栅格图层的空间运算得到的气候因子分布图,突破

了以往气候因子分布图仅能描述水平变化的局限,能够直观的反映出区划因子随地理位置和海拔高度的立体化特征。并且该区划是按照  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  的细网格气象资料来分析的,得到的区划因子图像分辨率更高,可以精确到乡镇及以下单位,框架更加清晰,边界更加明显,更符合新疆地区特殊的地理特征,更有利于当地政府因地制宜,充分整合发挥资源优势,趋利避害发展农业经济。

2) 本区划涉及的区划因子覆盖面更广,更加合理,更能全面的评价环塔里木盆地各个地区影响杏树种植的各个因子的适应性情况,从而让当地政府和农民更有针对性的预防杏种植过程中所可能遇到的气象问题。值得注意的是,由于新疆特殊的地理气候条件,即使在同一个乡,气候上也存在很大的差异,本区划得到的精细化农业区划结果可以指导乡镇及其以下地区的种植,与之前徐德源等<sup>[17]</sup>的研究花期霜冻气候风险区划结果对比,喀什地区各市县并不都适合发展杏树,有的地区如克州阿图什只有松他克乡最适合发展杏树,但此区域也应注意预防冰雹灾害等突发性自然灾害。而克州的其他地区发展杏树则具有一定的风险,应当注意防范春季低温、晚霜冻害造成的落花落果,花期授粉不良、败育花等造成的产量不高,质量欠佳的问题,建议花期搞好防霜预报,及时采取烟熏措施防止霜冻,并喷施糖硼混合液提高坐果率,减轻霜冻危害。阿克苏地区因其特殊的地理位置,也应防范大的冰雹灾害性天气;乌恰县、阿合奇县发展杏树则具有较高的风险,并不适宜发展杏树,建议调整为其他优势树种。

3) 据 2012 年的统计数据 displays, 目前环塔里木盆地地区杏树栽培主要集中在阿克苏地区的库车、新和、拜城、乌什和柯坪等地,和田地区主要集中在皮山县、策勒县、墨玉县、洛浦县和于田县,喀什地区主要集中在英吉沙县、莎车县、疏附县、疏勒县、伽师县,巴州地区约有  $7\text{ 万 hm}^2$ 。用“GIS”技术进行环塔里木盆地地区杏树栽培气候区划结果与该区现今南疆杏树主产区区域基本一致,说明本区划标准能较真实的反映出气候条件和杏树适应性之间的关系。因此,为了避免杏树规模的再度扩张,盲目发展,应将环塔里木盆地地区今后的杏树总面积由现在的  $20.47\text{ 万 hm}^2$  ( $307\text{ 万亩}$ ) 调减控制到  $16.67\text{ 万 hm}^2$  ( $250\text{ 万亩}$ ) 左右,发展应有步骤的向杏树最适宜生态区集中,巩固提高品质优良、丰产稳产、适宜加工、市场前景好的品种,严格控制杏树规模的再度扩张,

积极淘汰和改换效益低下的杏园,适度调整为红枣和巴旦等其他优势树种。

## 参 考 文 献

- [1] 石晶,朱晓玲. 新疆环塔里木盆地经济圈的资源优势与发展对策[J]. 农业现代化研究, 2007, 28(6): 657-663
- [2] 罗春晏,农毅,查隆伟. 对南疆地区发展林业的思考[J]. 新疆林业, 2006(5): 21-27
- [3] 蒋萍,赵莉,李文慧,等. 新疆南疆杏树病害调查[J]. 新疆农业大学学报, 2012, 35(2): 132-136
- [4] 潘学标. 基于 GIS 的中国县域棉花生产空间分布与变异研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(4): 382-386
- [5] 王胜,田红,谢五三. 基于 GIS 技术的台风灾害风险区划研究以安徽省为例[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(1): 161-166
- [6] 孔祥斌,张凤荣,王茹,等. 基于 GIS 的城乡交错带土壤养分时空变化及格局分析:以北京市大兴区为例[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 2210-2218
- [7] 匡昭敏,潘学标,李莉,等. 1961—2008 年广西经济林果寒害演变特征[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 201-209
- [8] 刘亚南,潘志华,李超,等. 近 50 年北方农牧交错带气候月季变化和空间分布规律[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(4): 96-102
- [9] 翟志宏,姜会飞,叶彩华,等. 基于概率分布模型的北京地区冰雹灾害风险区划[J]. 中国农业大学学报, 2008, 13(6): 49-53
- [10] 田志会,李凤琴,郭文利,等. 基于小网格的北京山区植物气候生产力及其限制因子分析[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9(6): 21-26
- [11] 朱琳,王万瑞,任宗启,等. 陕北仁用杏的花期霜冻气候风险分析及区划[J]. 中国农业气象, 2003, 24(2): 49-51.
- [12] 段居琦,周广胜. 中国双季稻种植区的气候适宜性研究[J]. 中国农业科学, 2012, 45(2): 218-227
- [13] 马晓群,王效瑞,徐敏,等. GIS 在农业气候区划中的应用[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(1): 105-108
- [14] 郭兆夏,李星敏,朱琳,等. 基于 GIS 技术的陕西白梨气候区划[J]. 果树学报, 2010, 27(5): 698-702
- [15] 李华,兰玉芳,王华. 中国酿酒葡萄气候区划指标体系[J]. 科技导报, 2011, 29(1): 75-79
- [16] 徐德源,郭擎宇,喻树龙. 新疆杏的生态气候适应性[J]. 新疆气象, 2003, 26(3): 37-39
- [17] 徐德源,王健,任水莲,等. 新疆杏的气候生态适应性及花期霜冻气候风险区划[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(2): 18-21
- [18] 程林仙,王万瑞,任宗启,等. 陕北仁用杏气候适宜性区划[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(2): 8-21
- [19] 尹清华,潘慧,尹志华,等. 赤峰市巴林左旗山杏气候资源分析与区划[J]. 内蒙古气象, 2009(2): 17-19
- [20] 朱琳,王万瑞,任宗启,等. 陕北仁用杏的花期霜冻气候风险分析及区划[J]. 中国农业气象, 2003, 24(2): 49-51
- [21] 木塔里甫,阿达来提. 南疆杏树坐果率低的原因及防治措施[J]. 北方果树, 2006(2): 37-38
- [22] 胡柏文,车凤斌,片建明,等. 南疆杏树栽培和产业发展研究[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(5): 432-435

责任编辑: 王燕华